

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-018260

(43)Date of publication of application : 17.01.1997

(51)Int.Cl.

H03G 3/20

H03G 5/16

(21)Application number : 07-165565

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 30.06.1995

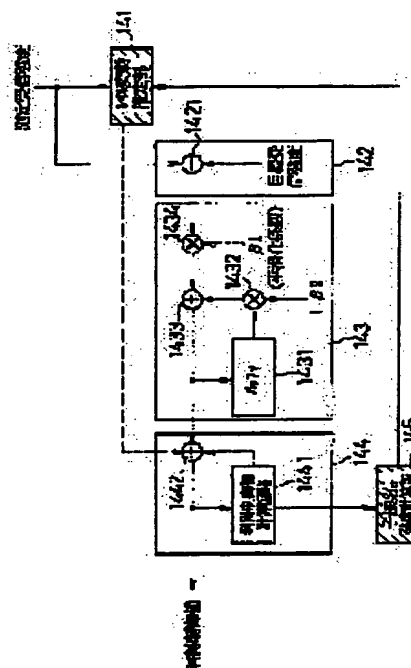
(72)Inventor : NAOI TOSHIMICHI
SHINO HARUHIRO

(54) AUTOMATIC GAIN CONTROL CIRCUIT

(57)Abstract:

PURPOSE: To quickly follow an optimum gain in the case of a quick reception level variance for reception start or a quick level variance in the stable state.

CONSTITUTION: A level variance estimating part 141 estimates the level variance in accordance with a measured reception intensity signal and a forecasted reception intensity signal and generates an indication signal, which instructs a gain control value calculation part 144 not to add the reception intensity error, and gives this signal to an adder 1442 of the gain control value calculation part 144. A forecasted reception intensity calculation part 145 forecasts the intensity of a reception signal to be next measured in accordance with the present gain control value to obtain the forecasted reception intensity for the next gain control and gives it to the level variance estimating part 141.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-18260

(43) 公開日 平成9年(1997) 1月17日

(51) IntCl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 G	3/20		H 0 3 G 3/20	A
				C
	5/16		5/16	B
				D

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平7-165565

(22) 出願日 平成7年(1995) 6月30日

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 直井 利道

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内

(72) 発明者 椎野 玄博

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内

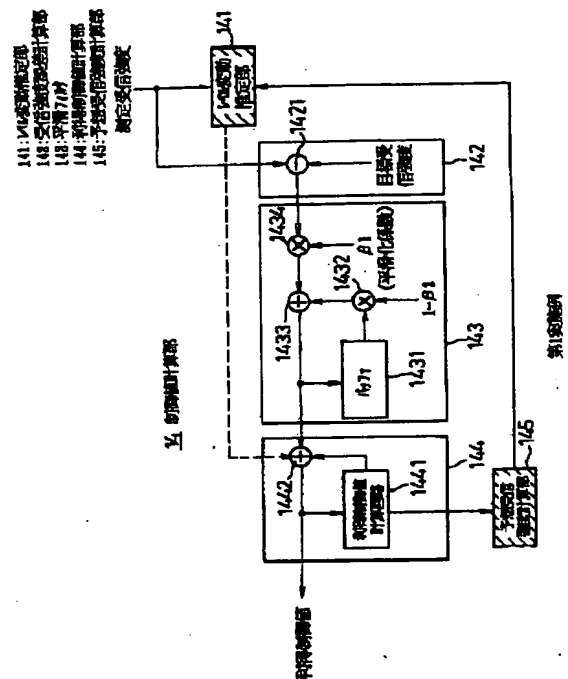
(74) 代理人 弁理士 工藤 宣幸

(54) 【発明の名称】 自動利得制御回路

(57) 【要約】

【目的】 受信立ち上げ時の急激な受信レベル変動があったり、安定時に急激なレベル変動が起きた場合での、最適な利得への追従を速くする。

【構成】 レベル変動推定部141は、測定受信強度信号と予想受信強度信号とからレベル変動を推定して求め、受信強度誤差を利得制御値計算部144で加算しないように指示するための指示信号を生成して、利得制御値計算部144の加算器1442に与える。予測受信強度計算部145は、現在の利得制御値から次に測定する受信信号の強度を予測し、次の利得制御時の予測受信強度を求めてレベル変動推定部141に与える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力信号に対して自動利得制御を行い、自動利得制御された信号を出力する信号制御手段と、この出力信号のレベルを測定する信号レベル測定手段と、測定された信号レベルから上記信号制御手段に対する利得制御値の更新を行う利得制御手段とを備えた自動利得制御回路において、

現時点の上記信号制御手段に対する利得制御値から、次の時点の上記信号制御手段からの出力信号のレベルを推定する信号推定手段と、

この推定レベルと上記信号制御手段の出力信号の測定レベルとのレベル差を求め、このレベル差の大小によって、上記利得制御手段の利得制御値の更新の可否を制御する利得制御値更新可否制御手段とを備えたことを特徴とする自動利得制御回路。

【請求項2】 上記利得制御値更新可否制御手段は、上記レベル差が、レベル変動として許容し得る所定閾値以上の場合、上記利得制御値の更新を行わないように上記利得制御手段を制御する構成であることを特徴とする請求項1記載の自動利得制御回路。

【請求項3】 更に、上記利得制御値更新可否制御手段が、上記利得制御手段に対して制御した更新可否の制御情報を履歴として記憶する履歴記憶手段を備えると共に、

記憶された上記制御情報の履歴が、所定の条件を満たす場合に、上記利得制御値更新可否制御手段は予め定められた利得制御値の更新可否の制御を行う構成であることを特徴とする請求項1又は2記載の自動利得制御回路。

【請求項4】 上記利得制御値を更新しないという判定が連続して上記履歴記憶手段に記憶された場合に、上記利得制御値更新可否制御手段は、上記利得制御値を更新しないように上記利得制御手段を制御する構成であることを特徴とする請求項3記載の自動利得制御回路。

【請求項5】 入力信号に対して自動利得制御を行い、自動利得制御された信号を出力する信号制御手段と、この出力信号のレベルを測定する信号レベル測定手段と、測定された信号レベルから上記信号制御手段に対する利得制御値の更新を行う利得制御手段とを備えた自動利得制御回路において、

測定された信号レベルと、予め設定されている目標レベルとの比較を行って、信号レベル誤差信号を求める信号レベル誤差算出手段と、

この信号レベル誤差信号の変動幅が所定の範囲内にあるか否かによって、予め用意している、入力信号に対する安定時制御用の平滑化係数、又は入力信号に対するレベル変動時用の平滑化係数のいずれかを使用して、上記信号レベル誤差信号を平滑化するレベル変動平滑化手段とを備えると共に、

平滑化された信号から上記利得制御値の更新を行うことを特徴とする自動利得制御回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は自動利得制御回路に関し、例えば、携帯電話装置における受信回路に適用し得るものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、携帯電話機が普及しつつある。これに伴い携帯電話機に対する高性能化が要求されつつある。例えば、携帯電話機の実受回路には入力受信信号を安定化して出力するための自動利得制御回路が一般的に備えられている。この自動利得制御回路の制御性能の優劣によって受信性能を左右し、重要な回路として種々の構成が提案されている。

【0003】 図2は一般的なデジタル処理型の自動利得制御回路の構成図である。この図2において、入力されたアナログ信号を増幅器1で増幅し、A/D変換器2でデジタル信号に変換し、レベル計算回路3で増幅器1の出力の平均パワーを計算する。次に差分器4で上記平均パワーと、予め設定している基準レベルとの差を求め、この差を積分回路5で積分した後、D/A変換器6でアナログ信号に変換する。このアナログ信号をレスポンス関数7を通して増幅器1に供給し、入力信号のレベルが変動しても出力信号のレベルが一定になるように増幅器1の利得を制御していた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の技術の自動利得制御回路では、携帯電話機の電力投入を行って、自動利得制御回路を制御開始したときに伝送路のフェージングの影響を受けるなどして受信信号強度の変動が大きい場合に、制御値が振動したりして十分に適切な値にすることができないという問題があった。

【0005】 更に、安定時に急激なレベル変動（ビルの影に侵入したり、交差点への侵入などによる急激な受信レベル変動）が起きた場合、追従性がないために、利得が適切な値になるまでの時間が長くなり、その間に受信信号の有効精度が落ちてしまう避けられなかった。

【0006】 以上のようなことから、受信立ち上げ時の急激な受信レベル変動があったり、安定時に急激なレベル変動が起きた場合での、最適な利得への追従を速くする自動利得制御回路の提供が要請されている。

【0007】

【課題を解決するための手段】 そこで、第1の発明は、入力信号に対して自動利得制御を行い、自動利得制御された信号を出力する信号制御手段と、この出力信号のレベルを測定する信号レベル測定手段と、測定された信号レベルから上記信号制御手段に対する利得制御値の更新を行う利得制御手段とを備えた自動利得制御回路において、以下の特徴的な構成で上述の課題を解決するものである。

【0008】 つまり、第1の発明は、現時点の上記信号

3

制御手段に対する利得制御値から、次の時点の上記信号制御手段からの出力信号のレベルを推定する信号推定手段と、上記推定レベルと上記信号制御手段の出力信号の測定レベルとのレベル差を求め、このレベル差の大小によって、上記利得制御手段の利得制御値の更新の可否を制御する利得制御値更新可否制御手段とを備えたものである。

【0009】また、第2の発明は、入力信号に対して自動利得制御を行い、自動利得制御された信号を出力する信号制御手段と、この出力信号のレベルを測定する信号レベル測定手段と、測定された信号レベルから上記信号制御手段に対する利得制御値の更新を行う利得制御手段とを備えた自動利得制御回路において、以下の特徴的な構成で上述の課題を解決するものである。

【0010】即ち、測定された信号レベルと、予め設定されている目標レベルとの比較を行って、信号レベル誤差信号を求める信号レベル誤差算出手段と、この信号レベル誤差信号の変動幅が所定の範囲内にあるか否かによって、予め用意している、入力信号に対する安定時制御用の平滑化係数、又は入力信号に対するレベル変動時用の平滑化係数のいずれかを使用して、上記信号レベル誤差信号を平滑化するレベル変動平滑化手段とを備えると共に、平滑化された信号から上記利得制御値の更新を行うものである。

【0011】

【作用】上述の第1の発明によれば、信号推定手段によって現時点t1の利得制御値から次の時点t2の信号制御手段からの出力信号のレベルを推定し、この推定レベルと信号制御手段の出力信号の測定レベルとのレベル差の大小によって、利得制御手段の利得制御値の更新の可否を制御することで、受信立ち上げ時の急激な受信レベル変動があっても、最適な利得への追従を速くすることができる。

【0012】また、上述の第2の発明によれば、信号レベル誤差を求める共に、この信号レベル誤差信号の変動幅を監視し、この変動幅が所定の範囲内にあるか否かによって、予め用意している、安定時制御用の平滑化係数、又はレベル変動時用の平滑化係数のいずれかを使用して、信号レベル誤差信号を平滑化し、平滑化された信号から上記利得制御値の更新を行うことで、安定時に急激なレベル変動が起きた場合でも、最適な利得への追従を速くすることができる。

【0013】

【実施例】一般に自動利得制御回路は、(1)ある一定の観測時間中の受信信号を観測してその間の測定受信強度を計算する。(2)次に測定受信強度から利得制御値を計算する。(3)最後に利得制御値に従って制御アンプの利得を変化させる。以上の(1)～(3)の動作を繰り返して行うことによって受信信号の利得を制御する。

4

【0014】このような利得の制御で重要なことは、素早く目標とする利得を得ること、即ち、追従性を良くすることと、測定受信強度の細かい変動につられて値が振動することを防ぐこと、即ち、安定性を維持することを両立することである。追従性を高めるためには、観測時間を短くして平滑化係数を小さくすればよい。そのため、追従性と安定性とはトレードオフの関係にある。

【0015】実際の利得の制御においては、立ち上げ時には追従性が要求され、一旦制御値が落ち着いた後には安定性が要求される。そのため実際の制御には、立ち上げ時と安定時というようにモードを2段階に分けて、それぞれのモードで最適な観測時間と平滑化係数を使用する2段階制御を行う。このときのモードの切り替えの判断は受信強度誤差の絶対値で行う。

【0016】そこで、本発明の好適な実施例を図面を用いて詳細に説明する。

『第1実施例』：即ち、本第1実施例では観測時間中に受信した受信信号から受信強度を計算する手段(a)と、その受信強度から利得制御値を計算する手段(b)を備える自動利得制御回路において、現在の制御時の利得制御値から次の制御時の予測受信強度を計算する手段(c)と、その値と測定受信強度とを比較して制御値の更新を行うか否かの判断を行う手段(d)とを備える構成を採るものである。

【0017】図3は本発明の自動利得制御回路の一例の機能構成図である。この図3において、自動利得制御回路は、主に制御アンプ11と、A/D(アナログ/デジタル)変換器12と、受信強度計算部13と、制御値計算部14と、制御部15とから構成されている。

【0018】制御アンプ11は受信入力信号を制御値計算部14からの最適利得で増幅するための制御値を受け、この制御値に従って受信入力信号を増幅してA/D変換器12に与える。A/D変換器12は増幅された受信信号に対してアナログ信号からデジタル信号に変換するための、サンプリング命令へクロックなどを制御部15から受け、1サンプルに対して例えば、10ビット程度以上の語長に変換してデジタル受信出力信号として出力すると共に、受信入力信号のレベル変動に応じて最適利得制御を行うために受信強度計算部13に与える。

【0019】受信強度計算部13は、デジタル受信出力信号を受け、制御部15からの命令やクロックなどを受けて受信強度を計算し、受信強度信号を制御値計算部14に与える。制御値計算部14は、自動利得制御回路に特に重要な回路であって、制御部15からの命令やクロックなどを受け、受信強度信号から受信入力信号の変動に応じた制御アンプ11に対する最適な利得制御値を求めて制御アンプ11に与える。即ち、立ち上がり時と安定時期におけるレベル変動に対する制御の追従性と、安定性とを両立させるような制御を行うものである。制御部15は、A/D変換器12、受信強度計算部13、制

御値計算部14などに対して、それぞれ命令やクロックなどを与えて、各処理機能を実現させるものである。

【0020】(ハードウェア構成)：図7は自動利得制御回路の一例のハードウェア構成図である。この図7において、自動利得制御回路のハードウェアは、制御アンプ11と、A/D変換器12と、DSP(デジタルシグナルプロセッサ)16とから構成される。DSP16は、具体的には、マイクロプロセッサ部、プログラムROM部、ワーキングRAM部などを基本として構成され、必要なプログラムを搭載して上述の図3の制御部15、受信強度計算部13、制御値計算部14などの機能を実現するものである。

【0021】(受信強度計算部13)：図4は受信強度計算部13の一例の機能構成図である。この図4において、受信出力信号はスイッチ131へ与えられ、観測時間を測定するタイマ132からの観測開始の制御によってデジタルの受信出力信号は取り込まれ、観測を終了すると、信号の取り込みを停止し、取り込んだ受信信号は受信バッファ133に与えられる。受信バッファ133は、タイマ132から命令によってスイッチ131からの受信出力信号を取り込んで蓄積する。

【0022】そして、タイマ132からの命令によって蓄積されている受信出力信号は読み出されて測定受信強度計算部134に与えられる。測定受信強度計算部134は、タイマからの命令によって、与えられるデジタルの受信出力信号からその信号の測定受信強度を求めてこの測定受信強度信号を制御値計算部14に与えるものである。

【0023】(第1実施例の制御値計算部14)：図1は本実施例において特徴的な第1実施例の制御値計算部14の機能構成図である。この図1において、制御値計算部14は、主にレベル変動推定部141と、受信強度誤差推定部142と、平滑フィルタ143と、利得制御値計算部144と、予測受信強度計算部145とから構成されている。

【0024】レベル変動推定部141は、測定受信強度信号と予想受信強度信号とからレベル変動を推定して求め、受信強度誤差を利得制御値計算部144で加算しないように指示するための指示信号を生成して、利得制御値計算部144の加算器1442に与える。

【0025】受信強度誤差推定部142は、上述の測定受信強度信号と、内部で予め設定している目標受信強度との差分を減算器1421で求め、この差分を受信強度誤差信号として平滑フィルタ143の乗算器1434に*

$$B_n = B_{n+1}$$

今回の測定受信強度は次の式で表すことができる。即ち、

$$A_n = C_n * B_n$$

上記式(1)、(2)から次の式を成立させることができ

$$B_{n+1} = B_n = A_n / C_n$$

予測受信強度は次の式から求めることができる。即ち、

*与える。

【0026】平滑フィルタ143は、バッファ1431回路、乗算器1432、1434、加算器1433などから構成される。そして、受信強度誤差信号を平滑化するために先ず乗算器1434で、平滑化係数 $\beta 1$ (例えば、 $\beta 1 \leq 1$)で乗算し、この乗算結果を加算器1433に与える。一方、バッファ回路1431は、平滑化された過去の信号を蓄積していて、この蓄積されていた過去の平滑化信号を乗算器1432に与える。すると乗算器1432は、過去の平滑化信号に対して平滑化係数 $(1 - \beta 2)$ を乗算して乗算結果を上述の加算器1433に与える。尚、 $\beta 2$ も、例えば、 $\beta 2 \leq 1$ であるものとする。

【0027】加算器1433は、乗算器1432からの乗算結果信号と、乗算器1434からの乗算結果信号との和を求め、この加算結果信号を平滑化信号として利得制御値計算部144の加算器1442に与える。即ち、受信強度誤差信号に対して平滑化係数 $\beta 1$ で固定的に増幅させ、所定の平滑化信号を得るための変化の割合の係数(傾斜)を平滑化係数 $(1 - \beta 2)$ で与えているのである。

【0028】利得制御値計算部144は、利得制御値計算回路1441と、加算器1442とから構成される。平滑化信号は加算器1442において利得値計算回路1441で求められた利得制御値と加算され、新たな利得制御値として出力される。利得値計算回路1441で求められた利得制御値は、予測受信強度計算部145にも与えられる。

【0029】予測受信強度計算部145は、現在の利得制御値から次に測定する受信信号の強度を予測し、次の利得制御時の予測受信強度を求めてレベル変動推定部141に与えるものである。

【0030】具体的には、制御アンプ11の直前での受信強度が今回の観測時と同じ値であったと仮定して次の観測時の制御アンプ11の利得で受信信号を増幅した場合の受信信号強度を予測値として計算する。今回の制御アンプ11の直前の受信強度を B_n 、次の制御アンプ11の直前の利得を B_{n+1} 、今回の測定受信強度を A_n 、予測受信強度を A'_{n+1} 、今回の制御アンプ11の利得を C_n 、次の制御アンプ11の利得を C_{n+1} とする。

【0031】以上の仮定によって、次のような式の関係を成立させることができる。即ち、

$$\dots (1)$$

ち、

$$\dots (2)$$

る。即ち、

$$\dots (3)$$

$$A'_{n+1} = C_{n+1} * B_{n+1} \\ = C_{n+1} * A_n / C_n$$

【0032】予想受信強度と測定受信強度との差は上述の式(1)の仮定が間違っていたことを示すもので、この二つを比較することによって制御アンプ11の直前での受信強度の変動を推定することができる。

【0033】(第1実施例の自動利得制御回路の動作)：次に上述の自動利得制御回路の詳細な動作を説明する。そこで、図5は第1実施例の自動利得制御回路の動作フローチャートである。この図5において、10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50

まず、初期状態設定として、立ち上げ時観測時間 t_1 をタイムエンド時間として制御部15に設定すると共に、データサンプリング回数 $i = -1$ を設定し、立ち上げ時平滑化係数 β_1 、 β_2 を制御値計算部14に設定し、制御終了判定値を立ち上げ時終了判定値として制御部15に設定する(ステップS1)。

【0034】次にデータサンプリング回数 i をカウントする制御部15内のカウンタをインクリメント($i + 1$)とし(ステップS2)、これによって $i = 0$ になると(ステップS3)、受信信号を受信強度計算部13に取り込み(ステップS4)、 $i =$ タイムエンド時間になると(ステップS5)、受信強度計算部13は測定受信強度を求める(ステップS6)。次に制御値計算部14は測定受信強度信号から立ち上げ時のレベル変動に応じた追従性と安定性を得る最適な利得制御値を求める(ステップS7)。

【0035】次に求められた最適な利得制御値を制御アンプ11に出力し(ステップS8)、次に i を制御アンプ11の安定時間 $-t_2$ を制御部15のカウンタに設定する(ステップS9)。次に利得制御値変動分の絶対値が制御終了判定値以上の間は上記 i のインクリメント(ステップS2)～ i を制御アンプ11の安定時間 $-t_2$ を制御部15のカウンタに設定する(ステップS9)処理を繰り返し行い(ステップS10)、利得制御値変動分の絶対値が制御終了判定値未満になると(ステップS10)、立ち上げ時の最適な利得制御の処理を終了するものである(ステップS11)。

【0036】(第1実施例の利得制御値の計算)：

次に上述の図5の利得制御値の計算方法について詳細に説明する。そこで、図6は第1実施例の利得制御値の計算のための処理フローチャートである。この図6において、まず、制御値計算部14における利得制御値の計算開始(ステップS71)によって、測定受信強度と予想受信強度との差の絶対値を求める(ステップS72)。次に求めた差の絶対値と閾値(レベル変動の許容範囲)との比較を行う(ステップS73)。

【0037】この比較で上述の差の絶対値が閾値未満の場合は、通常の利得値計算を行うために、測定受信強度と目標受信強度との差を求める(ステップS74)。次に求められた受信強度誤差を平滑化フィルタ143で平

…(4)。

滑化する(ステップS75)。利得制御値計算部144で累積和をとることによって利得制御値を求め(ステップS76)、要求利得値を制御アンプ11に与えて計算を終了する(ステップS77)。

【0038】しかしながら、上述の測定受信強度と予想受信強度との差の絶対値が閾値(レベル変動の許容範囲)以上の場合は(ステップS73)、制御部15は利得制御値の更新をしないように利得制御値計算部144を制御し、要求利得値の計算を終了するものである(ステップS77)。即ち、上述のステップS73からステップS77へのパスがあることで追従性を損なうことなく適切な制御を行うことができるのである。

【0039】以上のようにして、利得制御値の更新が行われると、新しい利得制御値は制御アンプ11に出力される。また、この新しい利得制御値は予測受信強度計算部145にも与えられる。

【0040】(第1実施例の効果)：立ち上げ時の自動利得制御は短時間で制御値を最適なレベルに近づけるために追従性を高めることが一般的である。結果として観測時間を短くとり、平滑化係数を大きく設定することになる。観測時間が短い場合、従来は一時的なレベル変動があった場合にその値に制御値が追従してしまいうまく制御ができなかったが、以上の第1実施例の自動利得制御回路によれば、一時的なレベル変動があった時点での観測結果をスキップすることによって追従性を損なうことなく適切な制御を行うことができる。

【0041】つまり、上記スキップとは、特に図6のフローチャートにおいて、測定受信強度と予想受信強度との差の絶対値が閾値以上であれば(ステップS73)、ステップS74～ステップS76までを行わず、要求利得値の計算処理を終了する(ステップS77)処理の流れの部分である。

【0042】『第2実施例』：本第2実施例では、一時的でない急激なレベル変動があった場合や、設定した許容差を越えた細かい変動が続く場合に、いつまでも制御が終了しないということが起きないように構成するものである。

【0043】そこで、第2実施例では、上述の第1実施例の自動利得制御回路において、過去の制御値の更新を行うか否かの判断の履歴を記憶しておく手段(e)と、その履歴に基づき利得の制御を行う手段(f)とを備える構成を採るものである。

【0044】具体的には、本第2実施例では制御値計算部14を更に再構成する。図8は第2実施例の制御値計算部14の機能構成図である。この図8において、特徴的なことは判定履歴記憶部146を、レベル変動推定部141と利得制御値計算部144との間に備えたことである。

【0045】この判定履歴記憶部146は、レベル変動推定部141からの利得制御値を更新させるか否かの指示信号を受ける。そして、レベル変動推定部141が利得制御値を更新するか否かの指示信号をどのようなレベル変動条件化で出したかを記憶する。このようにして記憶された情報に基づき高度の制御指示信号を利得制御値計算部144に与えるものである。

【0046】具体的には、レベル変動推定部141が利得制御値を更新するか否かの判定を行った場合に判定の履歴を記憶する。その履歴が定められた条件を満たさない場合は、そのまま上述の第1実施例と同様にレベル変動推定部141の推定に従い処理を行う。その履歴が定められた条件を満たした場合は、満たした条件に従い決められた処理を行う。

【0047】上記定められた条件とそのときの処理の具体例は、例えば、利得制御値を更新しないという判定が断続して数回起こった場合は、レベル変動の振幅が想定していたよりも大きいため利得制御値が振動してしまったと判断して立ち上げ時の制御をそこで終了するように利得制御値計算部144に指示するものである。

【0048】また、利得制御値を更新しないという判定が連続して発生した場合は、急激なレベル変動が一時的なものでないとして利得制御値を更新するように指示を出すのである。

【0049】(第2実施例の利得制御値の計算) :
そこで、具体的に利得制御値の計算方法について説明する。図9は第2実施例の利得制御値の計算方法の処理フローチャートである。この図9において、先ず、利得制御値の計算開始によって(ステップS81)、平均受信パワーと受信パワーの予想値の差の絶対値を計算する(ステップS82)。次にこの差の絶対値と閾値との比較を行う(ステップS83)。

【0050】この比較によって、上記差の絶対値が、閾値未満であれば、次に平均受信パワーと目標パワーの差を計算する(ステップS84)。次に受信強度誤差を平滑化フィルタ143で平滑化を行う(ステップS85)。次に利得制御値を求める(ステップS86)。一方、上記差の絶対値と閾値との比較(ステップS83)で、上記差の絶対値が閾値以上であると判断されると、カウンタをインクリメントし(ステップS89)、次に更新しないという判定の回数をカウンタでカウントし、このカウント値と終了条件とを比較する(ステップS87)。上記カウント値が終了条件未満の場合は、利得制御値の計算を終了する(ステップS88)。また、上記カウント値が終了条件以上の場合は、立ち上げ時の制御を終了するものである(ステップS90)。

【0051】(第2実施例の効果) : 従って、一時的でない急激なレベル変動があった場合や設定した許容差を越えた細かい変動が続く場合に、いつまでも制御が終わらないということが起きる可能性があったが、以上

の第2実施例の自動利得制御回路によれば、制御の履歴を記憶し、それに基づいて判断を行うようにすることによって、それらの問題を回避することができる。

【0052】また、実際に携帯電話装置などを使用する伝送路の特徴に合わせて必要な条件の情報を追加することで、どのような伝送路での受信にも対応できる柔軟性を有することができる。

【0053】『第3実施例』: 本第3実施例は安定時に急激なレベル変動が起きる場合の安定性の改善に関する構成を示すものである。即ち、二段階制御の第2段階である安定時の制御に使用される。

【0054】そこで、第3実施例では、現在の制御が通常時か変動時かを示す第1カウンタ(g)と、制御が通常時に受信強度誤差が正と負の閾値を超えていないかを調べる手段(h)と、正の閾値を連続して超えた回数を数える第2カウンタ(i)と、負の閾値を連続して超えた回数を数える第3カウンタ(j)と、第2・第3カウンタがそれぞれの閾値を超えているか否かを調べる手段(k)と、第2・第3カウンタのいずれかが閾値を超えていた場合に制御を変動時のものに設定する手段(l)と備えて、伝送路の状態を解析し、最適な平滑化係数を判定するように構成する。更に、上述の判定に基づき平滑化係数の値を変更する手段(m)を備えるように構成する。

【0055】次に具体的な構成を説明する。図10は第3実施例の制御値計算部14の機能構成図である。この図10において、制御値計算部は、受信強度誤差計算部142と、レベル変動推定部147と、平滑フィルタ143Aと、利得制御値計算部144Aとから構成されている。

【0056】受信強度誤差計算部142は、上述の第1実施例と同様な機能を果たすものである。レベル変動推定部147は、レベル変動推定器1471を備え、受信強度誤差計算部142からの受信強度誤差信号を取り込み、平滑フィルタ143Aに与えると共に、レベル変動推定器1471に取り込み、通常時平滑化係数 $\beta 1a$ ($\beta 2a$)又はレベル変動時平滑化係数 $\beta 1b$ ($\beta 2b$)のいずれを使用するべきかを判断し、その判断結果に基づき、平滑化フィルタ143Aの平滑化係数を更新制御するものである。

【0057】平滑化フィルタ143Aは、基本的な構成は上述の第1実施例と同様に受信強度誤差信号を取り込み平滑化係数で平滑化するわけであるが、ここで特にレベル変動推定部147からの指示によって、平滑化係数を通常時平滑化係数 $\beta 1a$ ($\beta 2a$)又はレベル変動時平滑化係数 $\beta 1b$ ($\beta 2b$)のいずれかに設定されて平滑化を行うものである。利得制御値計算部144Aは、利得制御値計算回路1441Aと加算器1442Aとを備え、平滑化された受信強度誤差信号から利得制御値を求めるものである。

【0058】（第3実施例の自動利得制御回路の安定時の動作）： 第3実施例の自動利得制御回路の安定時の動作を説明する。レベル変動判定部147は以下に述べるようなアルゴリズムで受信レベルの変動幅が通常の範囲内にあるか否かを判断し、この判断によって平滑フィルタ143Aにいずれの平滑化係数を使用するかを指示する。

【0059】初めに現在制御が通常時か、変動時かを示す制御部15内の第1カウンタを調べる。この第1カウンタは0が通常時を示し、正の値であるときは変動時を示す。負の値をとることはない。第1カウンタが変動時を示した場合は平滑フィルタ143Aに変動時用の平滑化係数を使用するように指示した第1カウンタをデクリメントする。つまり、一旦レベルの変動時であると判断された場合は、以下毎回判断せずに定められた回数連続して変動時の平滑化係数を使用してその後正常に戻る。

【0060】第1カウンタが平常時を示した場合は、受信強度誤差計算部142で計算された受信強度誤差が正と負の閾値を超えていないかを調べる。

【0061】受信強度誤差が正の閾値を超えていた場合は、制御部15内の第2カウンタをインクリメントし、第3カウンタに0をセットする。受信強度誤差が負の閾値を超えていた場合は、第3カウンタをインクリメントし、第2カウンタに0をセットする。これによって連続して同じ方向に閾値を超えなければ第2及び第3カウンタのカウントが上がっていかないようにしている。どちらの閾値も超えないときはどちらのカウンタもそのままの値を保持する。

【0062】次に第2及び第3カウンタが定められた値を超えていないかを調べる。第2及び第3カウンタのいずれかが定められた値を超えていた場合、第2及び第3カウンタはカウントを0にセットし、第1カウンタに初期値（予め決められた正の値）をセットし、平滑フィルタ143Aに変動時用の平滑化係数を使用するように指示する。

【0063】第2及び第3カウンタが定められた値を超えてない場合は、平常時の平滑化係数を使用するように指示を出すのである。

【0064】（動作フロー）： そこで、図11は、第3実施例の自動利得制御回路の安定時の詳細な動作フローチャートである。この図11において、まず安定時観測時間をタイムエンド時間として設定し、サンプリング回数*i*を-1に設定する（ステップS21）。次に*i*をカウントしている制御部15内のカウンタをインクリメントし（ステップS22）、*i*=0になると（ステップS23）、受信信号を取り込み（ステップS24）、*i*=タイムエンドとなると（ステップS25）、次に測定受信強度を計算し（ステップS26）、次に最適な利得制御値の計算を行う（ステップS27）。得られた利得制御値を制御アンプ11に出力し（ステップS2

8）、*i*を制御アンプ11の一安定時間に設定して（ステップS29）、再び*i*をインクリメント（ステップS22）して次の受信信号を取り込む。

【0065】（第3実施例の利得制御値の計算）：

図12は第3実施例の利得制御値の計算方法の処理フローチャートである。この図12において、利得制御値の計算開始によって（ステップS120）、受信強度誤差計算を行う（ステップS121）。制御部15内の第1カウンタの値が0であるか否かを確認する（ステップS122）。ここで、0でないと確認されると、レベル変動時であると判断し、レベル変動時の平滑化係数 $\beta 1b$ （ $\beta 2b$ ）を設定指示し、第1カウンタをデクリメントし（ステップS133）、次に受信強度誤差を平滑フィルタ143Aで平滑化し（ステップS130）、次に利得制御値を計算し（ステップS131）、利得制御値の計算を終了する（ステップS134）。

【0066】一方、上述の第1カウンタの値が0であるか否かの確認で（ステップS122）、0であると確認されると、平常時であると判断して、次に受信強度誤差と正方向閾値とを比較する（ステップS123）。正方向（ $>$ ）と判断されると、次に第2カウンタをインクリメントし、第3カウンタを0に設定する（ステップS124）。次に受信強度誤差と負方向閾値との比較を行い（ステップS125）、受信強度誤差が負方向閾値を超えていた場合は、第2カウンタを0にし、第3カウンタをインクリメントする（ステップS126）。一方、上記受信強度誤差と正方向閾値との比較で（ステップS123）、負方向（ \leq ）と判断されると、そのまま上記受信強度誤差と負方向閾値との比較（ステップS125）に処理を進める。

【0067】次に第2カウンタの値と、閾値1との比較を行い（ステップS127）、閾値1未満であれば、次に第3カウンタの値と閾値2との比較を行い（ステップS128）、閾値2未満であると判断されると、通常時平滑化係数 $\beta 1a$ （ $\beta 2a$ ）を設定するように指示する（ステップS129）。次に受信強度誤差を平滑フィルタ143Aで平滑化し（ステップS130）、次に利得制御値を計算し（ステップS131）、利得制御値の計算を終了する（ステップS134）。

【0068】尚、上述の受信強度誤差と負方向閾値との比較で（ステップS125）、負方向閾値以下（ \leq ）であると判断されると、そのまま第2カウンタの値と、閾値1との比較（ステップS127）の処理に進む。また、第2カウンタの値と閾値1との比較で（ステップS127）、閾値1以上であると判断されると、第1カウンタの値を初期値に設定し、第2カウンタと第3カウンタの値を0に設定し（ステップS132）、レベル変動時の平滑化係数 $\beta 1b$ （ $\beta 2b$ ）を設定指示し、第1カウンタをデクリメントする（ステップS133）。

【0069】更に、第3カウンタの値と閾値2との比較

で(ステップS128)、閾値2以上であると判断された場合も、第1カウンタの値を初期値に設定し、第2カウンタと第3カウンタの値を0に設定し(ステップS132)、レベル変動時の平滑化係数 $\beta 1b$ ($\beta 2b$)を設定指示し、第1カウンタをデクリメントするのである(ステップS133)。

【0070】(第3実施例の効果)：従来は安定性を高めるために観測時間を長くとり、平滑化係数を小さな値にする場合が多い。そのために追従性が犠牲になってしまっていたので、急激なレベル変動があった場合に適切な利得を得るまでに時間がかかってしまうことが多かった。そこで、以上の第3実施例の自動利得制御回路によれば、一時的ではない急激なレベル変動があった場合に平滑化係数の値を一時的に大きくすることによって追従性を一時的に高めることによって、大きな回路構成を追加することなく急激なレベル変動にも対応できる。

【0071】(他の実施例)：(1)尚、上述の第1実施例においては、レベル変動推定部141の受信強度誤差を加算しないように指示する指示信号に関して、この指示信号は利得制御値を更新しないと判断された場合に更新をしないように指示できれば良いのであって、推定の結果を受信強度誤差計算部142に出力して、要求利得を更新しないと判断された場合に受信強度誤差を0とするように指示しても良い。

【0072】または、受信強度誤差計算部142に測定受信強度を送る代わりに目標受信強度を送るようにしても上述と同じような作用を得ることができる。

【0073】(2)また、上述の自動利得制御回路は、携帯電話装置の他、有線伝送路で使用する通信装置の受信回路や、音響を捕捉して電気信号に変換するような装置などに適用した場合に、受信信号の自動利得制御に効果的である。

【0074】(3)更に、上述の平滑フィルタ143は、複数次数のループフィルタや、デジタルフィルタを使用することも効果的である。例えば、特開平6-350364号公報に開示されているループフィルタを平滑フィルタに使用することも好ましい。

【0075】

【発明の効果】以上述べた様に第1の発明によれば、現時点の上記信号制御手段に対する利得制御値から、次の時点の上記信号制御手段からの出力信号のレベルを推定する信号推定手段と、上記推定レベルと上記信号制御手段の出力信号の測定レベルとのレベル差を求め、このレベル差の大小によって、上記利得制御手段の利得制御値の更新の可否を制御する利得制御値更新可否制御手段とを備えたことで、動作開始時(立ち上げ時)の急激な受

信レベル変動がある場合でも最適な利得への追従を速くする自動利得回路を実現することができる。

【0076】また、第2の発明によれば、測定された信号レベルと、予め設定されている目標レベルとの比較を行って、信号レベル誤差を求める信号レベル誤差算出手段と、この信号レベル誤差の変動幅が所定の範囲内にあるか否かによって、予め用意している、入力信号に対する安定時制御用の平滑化係数、又は入力信号に対するレベル変動時用の平滑化係数のいずれかを使用して、上記信号レベル誤差信号を平滑化するレベル変動平滑化手段とを備え、平滑化された信号から上記利得制御値の更新を行うことで、安定時に急激なレベル変動が起きた場合での最適な利得への追従を速くする自動利得回路を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例の制御値計算部の機能構成図である。

【図2】従来技術の自動利得制御回路の一例の機能構成図である。

【図3】第1実施例の自動利得制御回路の一例の機能構成図である。

【図4】第1実施例の受信強度計算部の機能構成図である。

【図5】第1実施例の自動利得制御回路の動作立ち上げ時の動作フローチャートである。

【図6】第1実施例の自動利得制御回路の利得制御値の計算の処理フローチャートである。

【図7】第1実施例の自動利得制御回路の一例のハードウェア構成図である。

【図8】第2実施例の自動利得制御回路の制御値計算部の機能構成図である。

【図9】第2実施例の自動利得制御回路の利得制御値の計算の処理フローチャートである。

【図10】第3実施例の自動利得制御回路の制御値計算部の機能構成図である。

【図11】第3実施例の自動利得制御回路の安定時の動作フローチャートである。

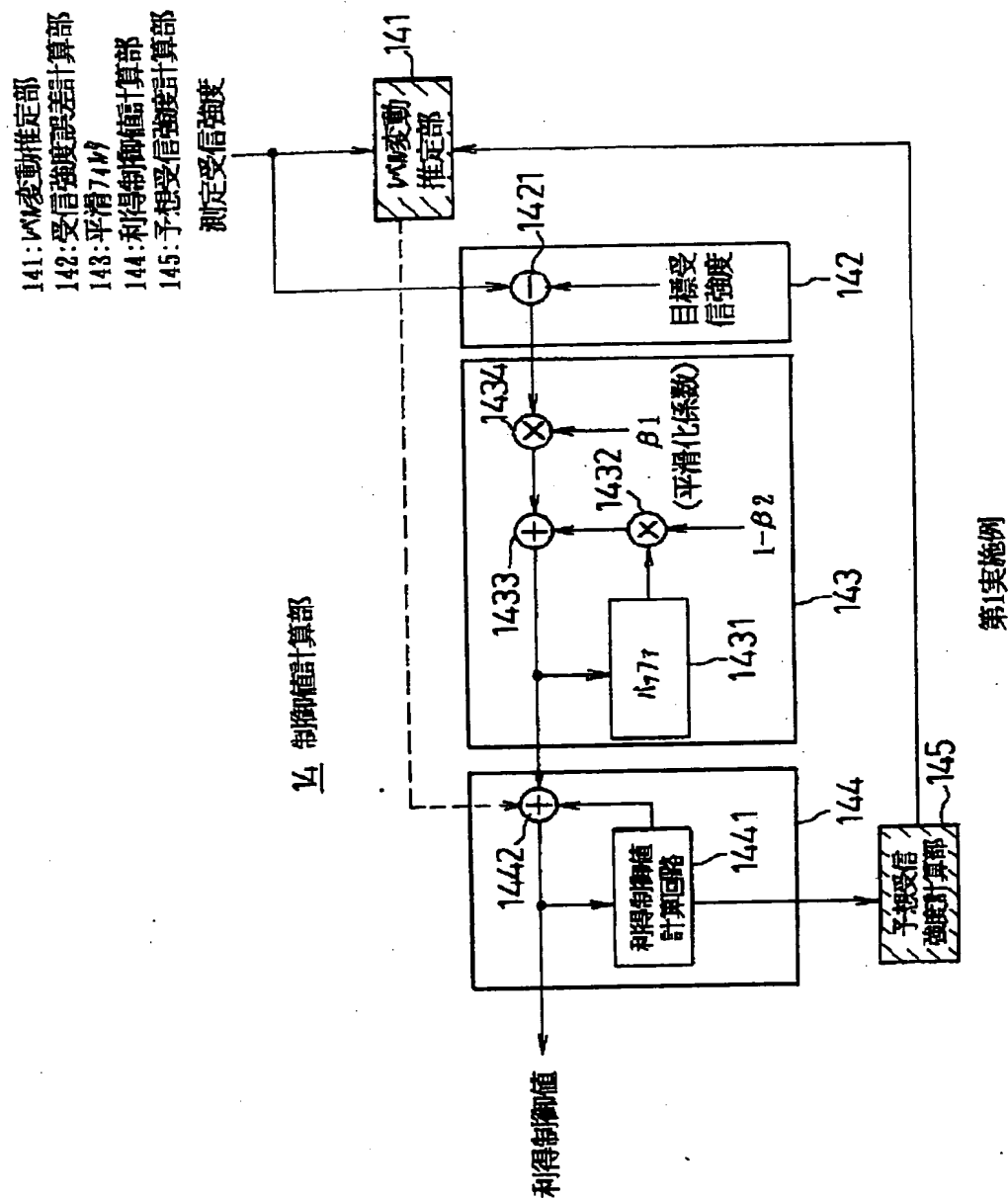
【図12】第3実施例の自動利得制御回路の利得制御値の計算の処理フローチャートである。

【符号の説明】

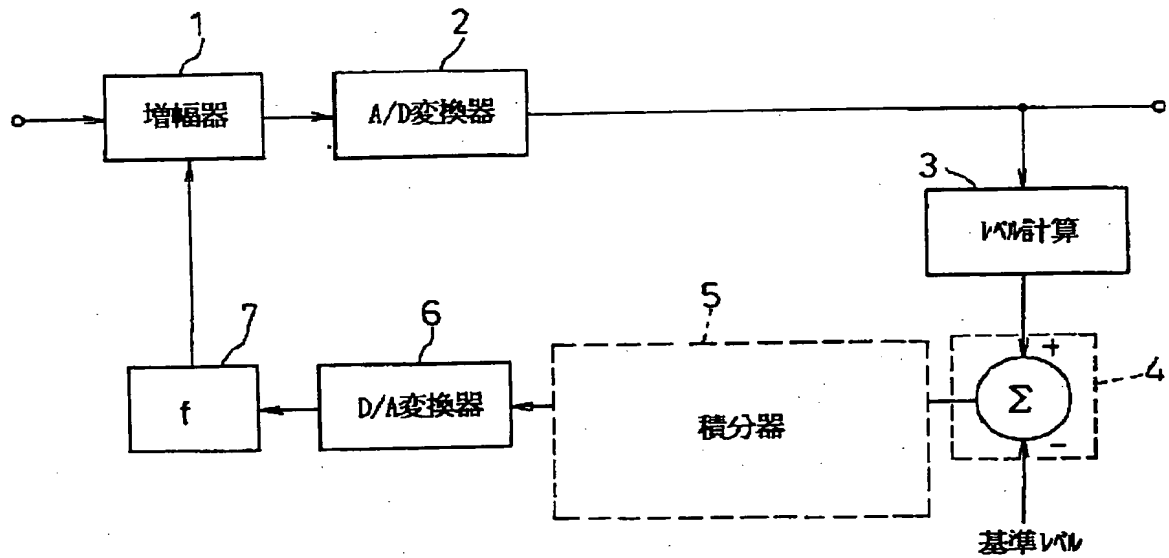
11…制御アンプ、12…A/D変換器、13…受信強度計算部、14…制御値計算部、15…制御部、16…DSP(デジタルシグナルプロセッサ)、141…レベル変動推定部、142…受信強度誤差計算部、143…平滑フィルタ、144…利得制御値計算部、145…予想受信強度計算部。

(9)

【図1】

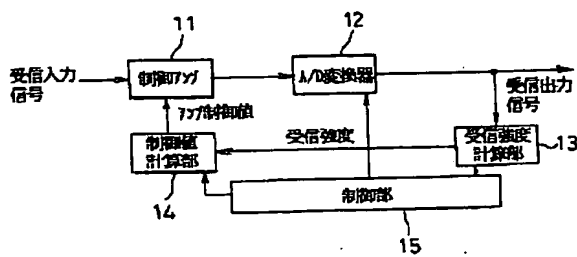


【図2】

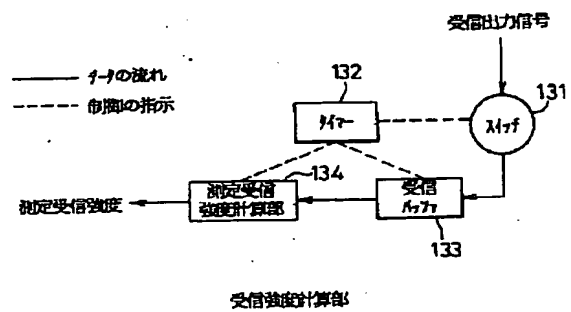


従来の自動利得制御回路

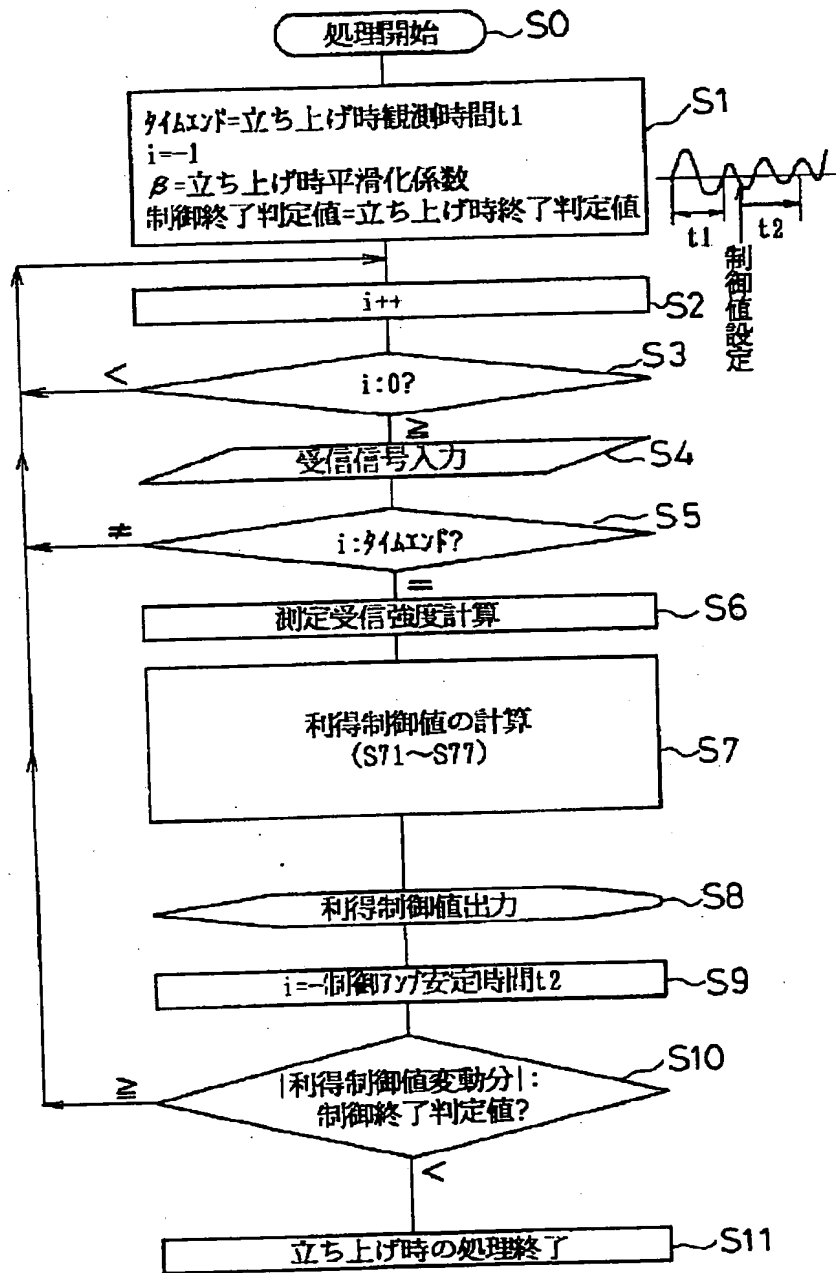
【図3】



【図4】

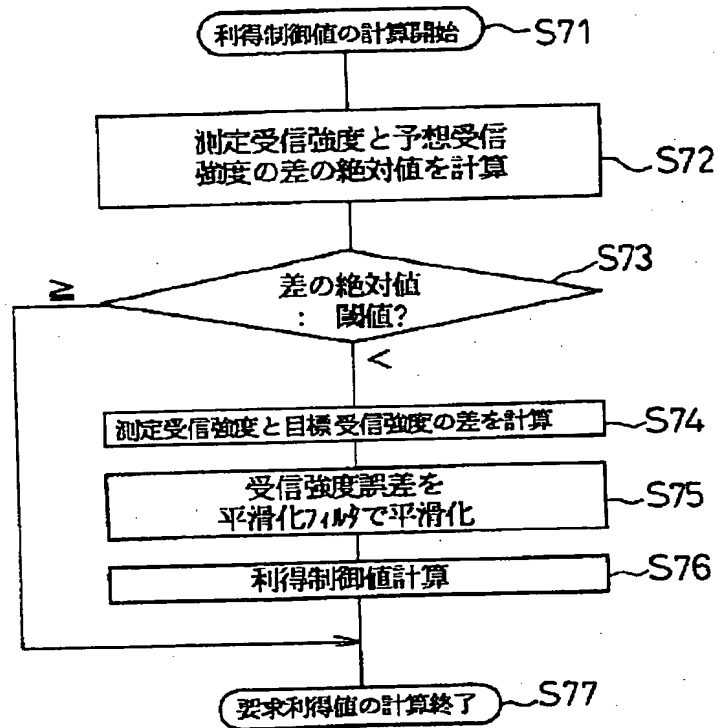


【図5】



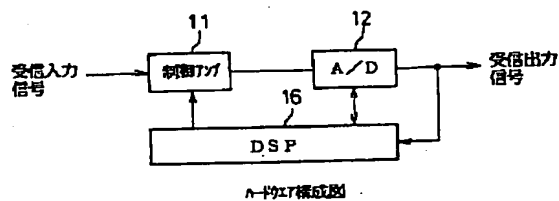
第1実施例の立ち上げ時の自動利得制御フロー

【図6】

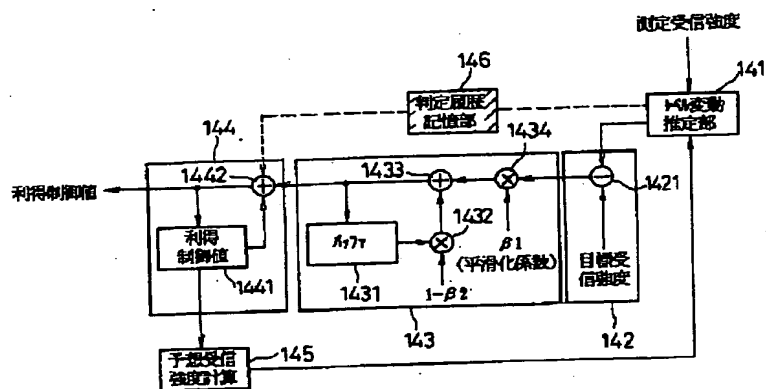


第1実施例の利得制御値の計算フロー

【図7】

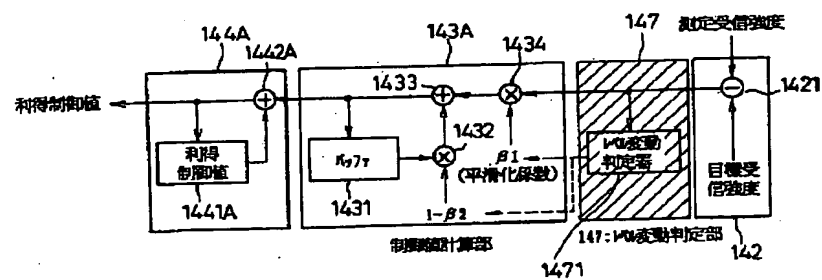


【图 8】



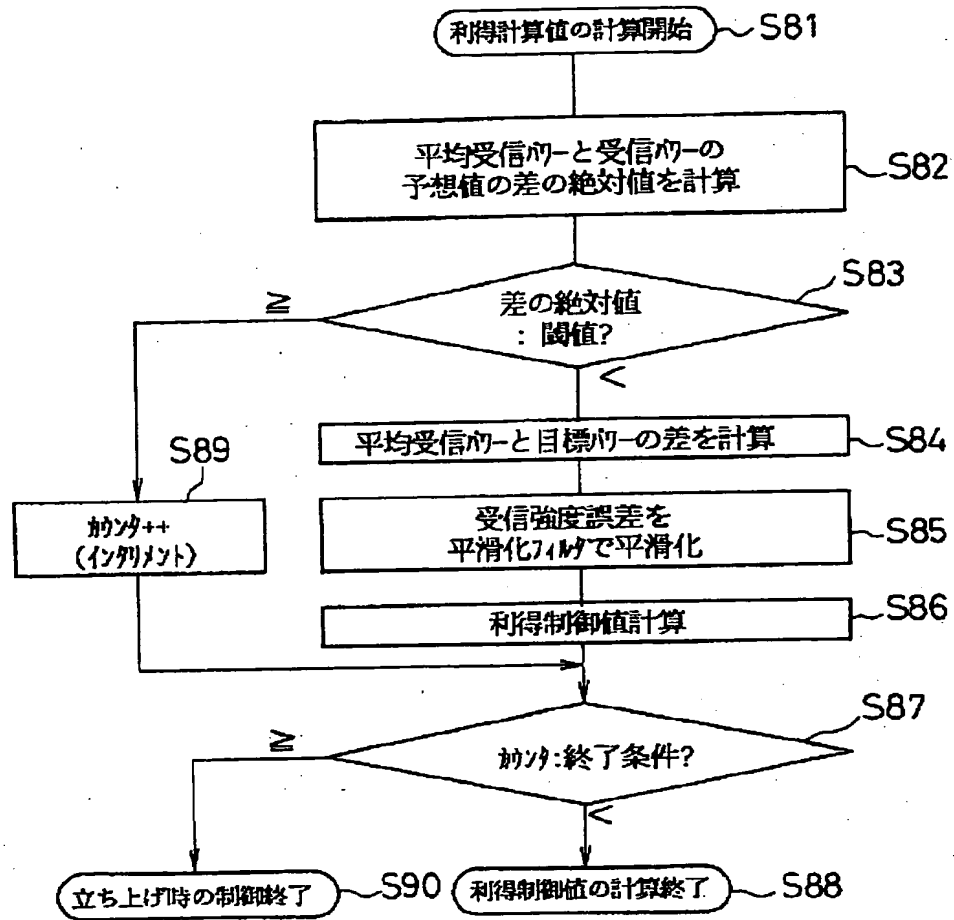
第2实施例

【図 10】



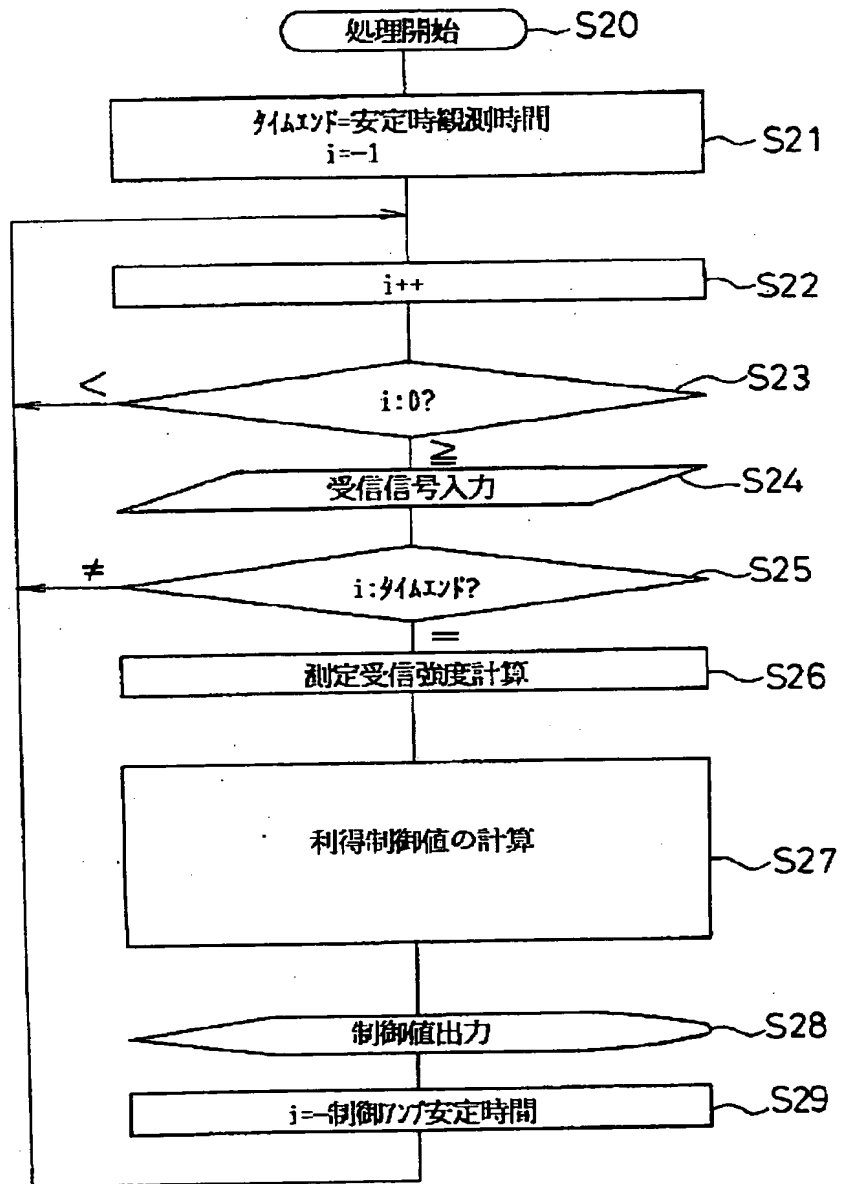
第2实施例

【図9】



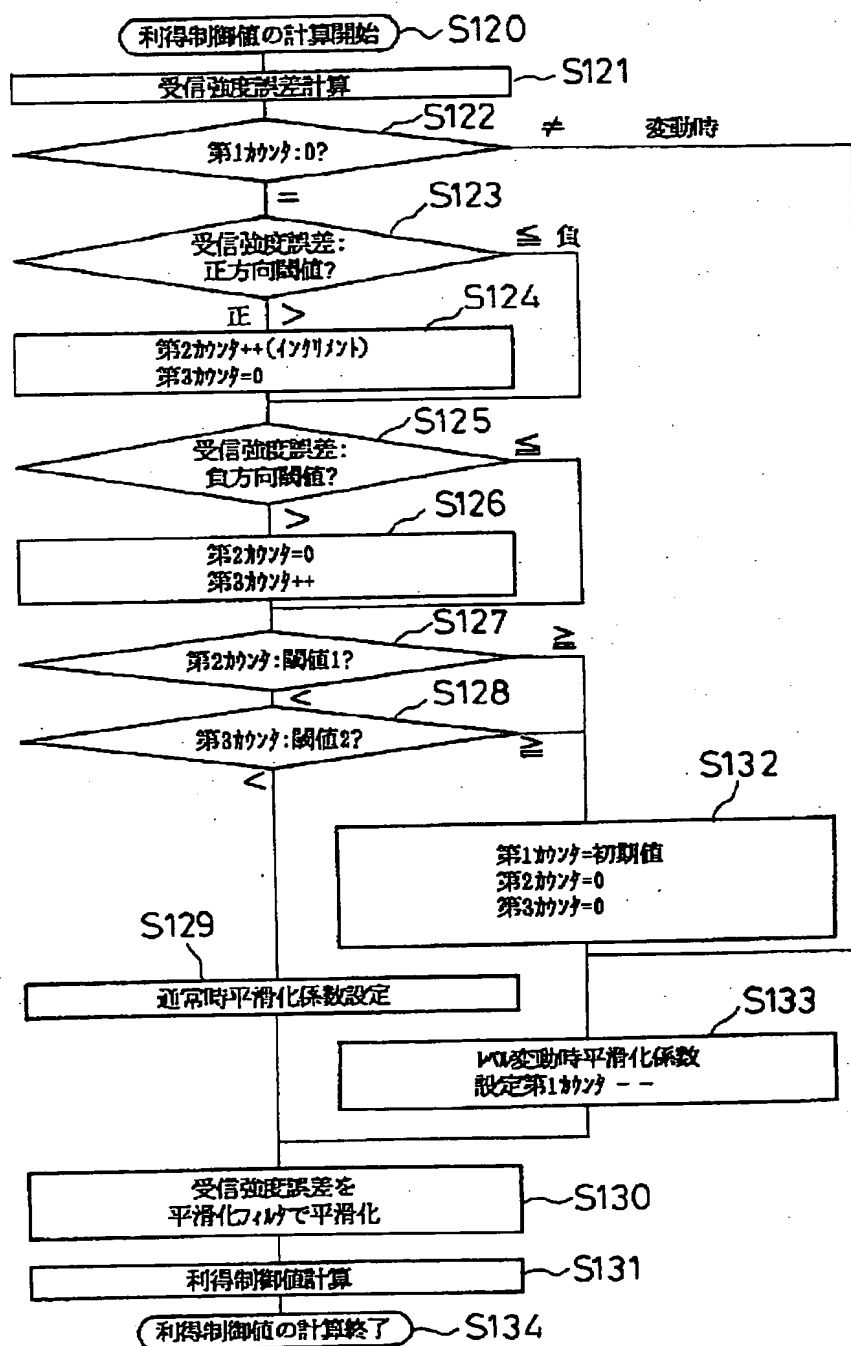
第2実施例の利得制御値の計算フロー

【図11】



第3実施例の安定時の自動利得制御フロー

【図12】



第3実施例の利得制御値の計算フロー

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.